



TITLE:

# 数値モデルによる熱帯モンスーン 降水の日周変化とその年々変動機 構に関する研究

AUTHOR(S):

里村, 雄彦

---

CITATION:

里村, 雄彦. 数値モデルによる熱帯モンスーン降水の日周変化とその年々変動機構に関する研究. 2006

ISSUE DATE:

2006-04

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/79561>

RIGHT:

p.11-74は学術雑誌掲載論文の抜き刷り、出版社に著作権許諾が得られていないため未掲載。

数値モデルによる熱帯モンスーン降水の  
日周変化とその年々変動機構に関する研究

(研究課題番号 15340157)

平成 15 年度－17 年度 科学研究費補助金  
(基盤研究 (B)) 研究成果報告書

平成 18 年 4 月

研究代表者 里 村 雄 彦  
京都大学大学院理学研究科 助教授

## 1 研究組織

研究代表者	里村 雄彦	京都大学大学院理学研究科	助教授
研究分担者	西 憲敬	京都大学大学院理学研究科	助手
	鼎 信次郎	総合地球環境学研究所	助教授
	大澤 輝夫	神戸大学海事科学部	助教授
研究協力者	木田 秀次	京都大学大学院理学研究科	教授
	安永 数明	京都大学大学院理学研究科	大学院生
	横井 寛	京都大学大学院理学研究科	大学院生
	秋庭 清香	京都大学大学院理学研究科	大学院生
	片岡 彩	京都大学大学院理学研究科	大学院生
	山田 朋人	東京大学大学院工学研究科	大学院生
	橋本 篤	岐阜大学大学院工学研究科	大学院生
	深尾 一仁	岐阜大学大学院工学研究科	大学院生

## 2 研究経費

	直接経費	間接経費	合計
平成 15 年度	5,800 千円	0 円	5,800 千円
平成 16 年度	3,900 千円	0 円	3,900 千円
平成 17 年度	3,600 千円	0 円	3,600 千円
総計	13,300 千円	0 円	13,300 千円

## 3 研究成果

本研究は、東南アジアモンスーン雨期のもっとも顕著な降水変動である対流性降水の日変化とその年々変動について、海陸や山岳などの力学的・熱的コントラストに注目した大気数値シミュレーションを行うことにより、降水日変化の機構を、これまでされていたような統計量からの解釈ではなく、力学的な解釈によって明らかにすることを目的とした。

この目的を達成するため、領域気候モデルおよび全球気候モデルを用いてモンスーンアジアの水循環に関する数値実験を実施すると共に、季節内変動に関する詳細なデータ解析も行った。その成果の詳細は次項以下の研究発表論文リストと添付の発表論文等を参照していただきたい。ここでは成果の概要を記す。



#### <領域気候モデル>

領域気候モデルの気候状態再現程度を見るために、1998年7月についてアジアのほぼ全域を覆う領域を計算領域に設定し、MM5を用いて1ヶ月積分を行った。計算には格子間隔が54kmと18kmの2つのモデルを2方向ネスティングして用いた。一番外側の境界条件と初期条件はECMWFの解析値から作成した。その結果、前半の降水の様子は実際の経過と似ていたが、後半になるとインドシナ半島でほとんど降水が無くなる事がわかった。その反面、ベンガル湾からインド東部に低圧部が常に計算されて常に南よりの風が計算されるために、バングラデシュ付近は非常に雨量が多くなっていた。また、インドシナ半島全域、インド洋、南シナ海、海洋大陸を含む広領域での1ヶ月間の領域気候モデル計算も実行し、MJO東進に伴う大規模な雨域の移動を再現することができた。同じ計算期間・領域に対し、計算結果の対流パラメタリゼーション依存性も調査し、ごくおおまかなパターンの再現性は良いが細かなパターンはパラメタリゼーションによってかなり違うこと、降水量の絶対値がパラメタリゼーションによって大きく違うことなどが分かった。降水の季節変化に大きな役割を果たすモンスーン中期～後期の台風についても事例計算を行い、台風の移動とその衰弱や内陸の降水システムについて、ほぼ再現することに成功した。

降水日変化自体の機構を調べるため、夜半から朝に降水極大が生じるバングラデシュの降水日変化について領域気候モデルによる数値シミュレーションを行った。その結果、これまで推測されていたようなバングラデシュ北東に位置するメガラヤ高地からの冷たい夜間の山風が南西季節風と収束を起こして降水が生じるのではなく、南西季節風がメガラヤ高地に直接吹きつけて強制上昇を起こしたり、前日の降水システムが作った冷氣湖に乗り上げて強制上昇することにより降水システムが発生する事がわかった。また、夜間に起こるのは、昼間は陸上の発達した混合層によって進入を妨げられていた水蒸気に富むベンガル湾からの気塊が、夜になると混合層の消失と地面摩擦の減少のため強い風速を保ったまま陸上奥地まで吹き込むためである事も判明した (Kataoka and Satomura 2005)。

また、領域気候に与える土地利用変化の影響について、詳細な植生モデルを含む地表面モデルを用いて検討を行い、論文にまとめるなど (Kim et al. 2005)、将来の熱帯領域気候モデル開発の足がかりを得ることができた。

その他、モデル検証に必要なモンスーン変動の諸特性のデータ解析も進め、特に季節内変動と呼ばれる変動の内、10 - 20日周期変動に着目して詳細にその性質を調べ、論文にまとめて発表した (Yokoi and Satomura 2005)。

#### <全球気候モデル>

大気陸面相互作用の素過程を見るために、季節スケールでの雨を通じた大気と陸面の結合状態について、検討した。すなわち、大気大循環モデルを用いて、陸面の土壌水分および地温条件を固定したアンサンブル (16個の3か月間のシミュレーション Run) 実験と、そのような固定を行わなかった同サイズのアンサンブル実験 (コントロール) とを比較することによって、陸面過程の大気循環に与える影響度を、アンサンブル内部各 Run の類似性の相違から測定した。結果として、主として地表の相対湿度が0.2-0.4である比較的乾燥した地域のみにおいて、陸面の条件が蒸発を規定し、それが大気へと伝わっていることが分かった。それらの陸地の上空では、陸面さえ固定すれば、すなわち陸面

の条件をリモートセンシング等で推測し一意に定めることができれば、少しは予測可能性が向上すると想像されることが分かり、論文として発表した (山田他 2004, 2006)。

## 4 研究発表論文リスト

### 4.1 学会誌等

- [1] 深尾一仁, 大澤輝夫, 安田孝志, 2003: メソ気象モデル MM5 を用いた局地気象場のデータベース化とその精度検証, 第 11 回地球環境シンポジウム論文集, 土木学会地球環境委員会, 111-116.
- [2] Okumura, K., T. Satomura, T. Oki, and K. Warawut, 2003: Diurnal variation of precipitation by moving mesoscale systems: Radar observations in northern Thailand. *Geophys. Res. Lett.*, 30, doi:10.1029/2003GL018302.
- [3] Satomura, T., and S. Akiba, 2003: Development of high-precision nonhydrostatic atmospheric model (1): Governing equations. 京都大学防災研究所年報, 46B, 331-336.
- [4] 里村雄彦, 岩崎俊樹, 佐藤正樹, 加藤輝之, 重尚一, 余偉明, 2003: 第 4 回非静力学モデルに関するワークショップの報告. 天気, 50, 259-261.
- [5] Satomura, T., T. Iwasaki, K. Saito, C. Muroi, and K. Tsuboki, 2003: Accuracy of terrain following coordinates over isolated mountain: Steep mountain model intercomparison project (St-MIP). 京都大学防災研究所, 46B, 337-346.
- [6] 里村雄彦, 松本淳, 2003: 2003 年度春季大会専門分科会報告「熱帯アジアモンスーンオンセットのメカニズム理解に向けて」. 天気, 50, 822.
- [7] Yasunaga, K., H. Kida, and T. Satomura, 2003: The 600-750 hPa relative humidity minimum observed during PEM-Tropics B. *Geophys. Res. Lett.*, 30, doi:10.1029/2003GL018739.
- [8] 安永数明, 木田秀次, 里村雄彦, 2003: 積雲対流による物質の鉛直輸送に関する数値的研究. 京都大学防災研究所年報, 46B, 397-410.
- [9] Fukao, K., T. Ohsawa, S. Shimada and T. Yasuda, 2004: Database of local meteorological fields simulated with mesoscale model MM5 and its validation, *J. Global Environ. Eng.*, 10, 129-136.
- [10] 橋本篤, 大澤輝夫, 安田孝志, 林泰一, 2004: MM5 の各大気境界層スキームによる風速計算精度の比較・検討, 風力エネルギー, 通巻第 70 巻, 62-69.
- [11] 橋本篤, 大澤輝夫, 安田孝志, 2004: 複雑地形上での MM5 の風況計算精度と高解像度化の限界に関する検討, 日本風工学会論文集, 第 30 巻, 第 3 号, 65-73.
- [12] 山田朋人, 鼎信次郎, 沖大幹, 2004: 大気大循環モデルにおける大気陸面過程相互作用の比較分析, 水工学論文集, 48, 223-228.
- [13] Yasunaga, K., H. Kida, T. Satomura, and N. Nishi, 2004: A numerical study on the detrainment of tracers by cumulus convection in TOGA COARE. *J. Meteor. Soc. Japan*, 82, 861-878.

- [14] Kataoka, A. and T. Satomura, 2005: Numerical simulation on the diurnal variation of precipitation over northeastern Bangladesh: A case study of an active period 14-21 June 1995. SOLA, 1, 205-208.
- [15] Kim, W., S. Kanae, Y. Agata, T. Oki, 2005: Simulation of potential impacts of land use/cover changes on surface water fluxes in the Chaophraya river basin, Thailand, J. Geophys. Res., 110(D8), D08110, doi:10.1029/2004JD004825.
- [16] 村上智一, 久保田踊児, 吉野純, 大澤輝夫, 安田孝志, 2005: パースト層モデルを組み込んだ強風下大気-海洋-波浪結合モデル, 海岸工学論文集, 第 52 巻, 316-320.
- [17] 西田顕郎・松田咲子・鼎信次郎, 2005: インドシナ半島における地表面状態の経年変動・季節変動と, 降雨・エルニーニョ・DME. 日本リモートセンシング学会誌, 25(5), 473-481.
- [18] 山田朋人、鼎信次郎、沖大幹, 2005: 相似性を示す統計指標の数学的構造. 水工学論文集, 1-6.
- [19] Yokoi, S. and T. Satomura, 2005: An observational study of intraseasonal variations over Southeast Asia during the 1998 rainy season. Mon. Wea. Rev., 133, 2091-2104.
- [20] 山田朋人, 鼎信次郎、沖大幹, 2006: 降水変動に与える陸面影響度の季節性. 水工学論文集, 1-6.

#### 4.2 口頭発表

- [1] Hirabayashi, Y., S. Kanae, T. Oki, K. Musiake, 2003: Global analyses of simulated hydrological budget sensitivity to temporal characteristics of precipitation, , HW07/10P/C25-006, the XXIII General assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, Sapporo, Japan, 2003.
- [2] Yasunaga, K., H. Kida, T. Satomura, and N. Nishi, 2003: A Numerical study of the vertical transport of tracers by cumulus convection. Abstracts of IUGG2003, A.373.
- [3] 安永数明, 木田秀次, 里村雄彦, 2003: スコールラインの発達に対する中層の安定層の影響. 日本気象学会 2003 年度秋季大会, 札幌, C205.
- [4] 横井覚, 里村雄彦, 2003: 東南アジアにおける季節内変動と赤道ロスビー波について. 日本気象学会 2003 年度春季大会, つくば, 日本気象学会, 499.
- [5] 横井覚, 里村雄彦, 2003: ベンガル湾上の西進擾乱の通過緯度による差異. 日本気象学会 2003 年度秋季大会, 札幌, B301.
- [6] Yokoi, S. and T. Satomura, 2003: The 10-20-day variation over the Southeast Asia in 1998 rainy season. IUGG2003, B416.
- [7] 鼎信次郎、平林由希子、山田朋人、沖大幹, 2004: "現実的"な陸面水文学の導入による夏の降水量の年々変動(1951-98)の AGCM による再現性、2004 年秋季大会講演予稿集, 日本気象学会, 86, p95, 2004.
- [8] 片岡彩, 里村雄彦, 2004: バングラデシュ北東部における夜間の降水極大に関する数値実験. 日本気象学会 2004 年度秋季大会, 福岡, P110.

- [9] 平林由希子、鼎信次郎、沖大幹、2004: 陸面過程モデル MATSIRO による全球水文シミュレーション (1901-2000)、2004 年秋季大会講演予稿集, 日本気象学会, 86, p523, 2004.
- [10] Kataoka, A. and T. Satomura, 2004: Numerical experiments on the late night-early morning maximum of rainfall in the northeastern Bangladesh. The 6th International Study Conference on GEWEX in Asia and GAME, Kyoto, Japan, T2AK28Jul04114801.
- [11] Miyazaki, S., W. Kim, Y. Hirabayashi, S. Kanae, T. Oki. 2004: Validation study of MATSIRO land surface model using the observed data in tropical monsoon climate of Thailand, Proc. the 6th Int. Study Conf. on GEWEX in Asia and GAME, Kyoto, Japan, December, 2004.
- [12] Mushiake, K., A. Watanabe, Y. Tachibana, S. Ogino, Y. Shibagaki, T. Ohsawa, M. Y. Y., T. Oki, T. Satomura, and A. Sumi, 2004: A change of mean physical quantity in the monsoon and pre-monsoon. The 6th International Study Conference on GEWEX in Asia and GAME, Kyoto, Japan, T3AW09Aug04164213.
- [13] Satomura, T. and S. Akiba, 2004: An attempt toward a precise regional non-hydrostatic climate model. International Asian Monsoon Symposium, Honolulu, Hawaii, USA, IPRC, 30.
- [14] Satomura, T., 2004: GAME Modeling Working Group. GEWEX Hydrometeorological Panel, Montevideo, Uruguay.
- [15] Satomura, T., 2004: Diurnal variation of precipitation in tropical Asia. A Workshop on American Monsoon System, Montevideo, Uruguay.
- [16] Satomura, T., 2004: Diurnal Variation of Precipitation in South and Southeast Asia. The Third Circular for the Fourth International Symposium on Asian Monsoon System, Kunming, Yunnan Province, China.
- [17] Satomura, T., 2004: Research activities on monsoon precipitation studies in Kyoto University. Hydroinformatic Workshop, Bangkok.
- [18] Satomura, T., 2004: Non-hydrostatic feature of precipitation. The third workshop on regional climate modeling, Honolulu, Hawaii, USA, IPRC.
- [19] Yamada, T., S. Kanae, T. Oki, 2004: How land surface states and atmospheric boundary layer constrain precipitation variability, 2nd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources 2004, Joint Sessions with Asia Oceania Geosciences Society, Singapore, July 2004.
- [20] Yamada, T., S. Kanae, and T. Oki, 2004: Influence of atmosphere initial conditions for precipitation predictability in an Atmospheric General Circulation Model, Proc. 2004 Annual Conf., Japan Soc. Hydrol. Water Res., 112-113, August, 2004.
- [21] 横井覚, 里村雄彦, 2004: アジアモンスーン夏季に見られる submonthly-scale 擾乱の移動メカニズム. 日本気象学会 2004 年度秋季大会, 福岡, P151.
- [22] Yokoi, S. and T. Satomura, 2004: Mechanisms of westward and northward movement of sub-monthly scale disturbances over Asian monsoon regions. The 6th International Study

Conference on GEWEX in Asia and GAME, Kyoto, Japan, T3MYS30Jul04170343.

- [23] Ishikawa, Y. and T. Satomura, 2005: Simulation of air-sea interaction processes associated with the tropical convective clouds using a high-resolution coupled model. Sixth Intern. SRNWP-Workshop on Nonhydrostatic Modelling, Bad Orb, Germany.
- [24] Kanae, S., Y. Hirabayashi, T. Yamada, T. Oki, 2005: Influence of land-surface hydrologic conditions on inter-annual variability of precipitation in boreal summer, a GCM experiment, The 5th International Conference on the Global Energy and Water Cycle, Irvine, USA, June, 2005.
- [25] Kataoka, A. and T. Satomura, 2005: Numerical experiments on the diurnal variation of precipitation in the northeastern Bangladesh. CEOP/IGWCO Joint Meeting Proc., Tokyo, Japan, 139-142.
- [26] Kataoka, A. and T. Satomura, 2005: Diurnal variation of precipitation in the northeastern Bangladesh. IAMAS2005, Beijing, China.
- [27] Kataoka, A. and T. Satomura, 2005: Numerical experiments on the diurnal variation of precipitation in Bengal region. The Fourth Workshop on Regional Climate Modeling for Monsoon System, Beijing, China.
- [28] Kataoka, A. and T. Satomura, 2005: Numerical experiments on the diurnal variation of precipitation in wet Asia using nested nonhydrostatic model. Sixth Intern. SRNWP-Workshop on Nonhydrostatic Modelling, Bad Orb, Germany.
- [29] 宮川知己, 里村雄彦, 2005: モンスーンオンセット直前頃にベンガル湾を南下する擾乱の解析. 日本気象学会 2005 年度秋季大会, 神戸, 日本気象学会, 470.
- [30] Satomura, T., 2005: Numerical simulation of a rainfall event in Thailand. Executive Authority Confederacy Forum on Hydro-informatics Harmonious Solidarity, Kanchanaburi, Thailand.
- [31] Yamada, T., S. Kanae, and T. Oki, 2005: Locality of land surface impact on precipitation variability in boreal summer, Proc. 2005 Annual Conf., Japan Soc. Hydrol. Water Res., Tsukuba, 144-145, 2005.
- [32] 横井覚, 里村雄彦, 2005: インドシナ半島の降水の季節内変動: 30 - 60 日変動と 10 - 20 日変動の卓越性. 日本気象学会 2005 年度秋季大会, 神戸, 日本気象学会, 407.
- [33] 横井覚, 里村雄彦, 2005: ベンガル湾上における 10-25 日周期渦擾乱の北進メカニズム. 日本気象学会 2005 年度春季大会, 東京, 日本気象学会, 153.
- [34] Yokoi, S. and T. Satomura, 2005: Mechanisms of northward movement of sub-monthly-scale disturbances over the Bay of Bengal. The Asia Oceania Geosciences Society's 2nd Annual Meeting, Singapore.



## 5 研究成果による工業所有権の出願・取得

なし

## 主要論文

- [1] Okumura, K., T. Satomura, T. Oki, and K. Warawut, 2003: Diurnal variation of precipitation by moving mesoscale systems: Radar observations in northern Thailand. *Geophys. Res. Lett.*, 30, doi:10.1029/2003GL018302.
- [2] 橋本篤, 大澤輝夫, 安田孝志, 林泰一, 2004: MM5 の各大気境界層スキームによる風速計算精度の比較・検討, 風力エネルギー, 通巻第 70 巻, 62-69.
- [3] 山田朋人, 鼎信次郎, 沖大幹, 2004: 大気大循環モデルにおける大気陸面過程相互作用の比較分析, 水工学論文集, 48, 223-228.
- [4] Kataoka, A. and T. Satomura, 2005: Numerical simulation on the diurnal variation of precipitation over northeastern Bangladesh: A case study of an active period 14-21 June 1995. *SOLA*, 1, 205-208.
- [5] Kim, W., S. Kanae, Y. Agata, T. Oki, 2005: Simulation of potential impacts of land use/cover changes on surface water fluxes in the Chaophraya river basin, Thailand, *J. Geophys. Res.*, 110(D8), D08110, doi:10.1029/2004JD004825.
- [6] 西田顕郎・松田咲子・鼎信次郎, 2005: インドシナ半島における地表面状態の経年変動・季節変動と, 降雨・エルニーニョ・DME. *日本リモートセンシング学会誌*, 25(5), 473-481.
- [7] Yokoi, S. and T. Satomura, 2005: An observational study of intraseasonal variations over Southeast Asia during the 1998 rainy season. *Mon. Wea. Rev.*, 133, 2091-2104.
- [8] 山田朋人, 鼎信次郎, 沖大幹, 2006: 降水変動に与える陸面影響度の季節性, 水工学論文集, 1-6.